

VENUS: SURPRISING REVELATIONS FROM THE MAGELLAN SPACECRAFT

Miguel A. Moreno Ph.D.
Affiliate Researcher, Jet Propulsion Laboratory,
California Institute of Technology

The morning star, the same one that illuminates the dew on the Argentine Pampas, the "star" that inspired Jose Hernandez when he was writing the Martin Fierro, (The master piece of Argentine literature and country folk culture) it was a great mystery. Covered by a great mantle of thick clouds, it did not allow to be observed by either the largest telescopes on earth, or the spacecraft sent to study it, as shown by Figure 1, which is an image of Venus taken by the television cameras of Mariner 10. What is there under those clouds?. What kind of a world is it? What does the terrain look like?. Is it geologically active?. How does it compare to the Earth and other planets?. Will the study of Venus help us understand the future that awaits us on Earth?.

Finally to answer many of these questions, the morning star was visited by a special spacecraft at a cost of more than 500 million dollars. This spacecraft, shown as a mockup next to the author of this article in Figure 2, was built by NASA with the assistance of private companies such as Martin Marietta and Hughes which contributed to build the spacecraft and a special radar respectively. The visitor is none other than Magellan, named after the Spanish explorer who ended centuries of wondering about the mysteries of the west and whether there was passage to the orient across the Americas.

The spacecraft was taken in the cargo bay of the Space Shuttle and later launched towards Venus by an Atlas Centaur rocket activated at a distance of more than 20 miles from the Shuttle, as a measure of safety for the astronauts in case of malfunction and the potential explosion of large amounts of fuel.

The rocket sent its payload towards Venus on May 4, 1989. It arrived at a Venus orbit on August 10, 1990 and started to use its powerful radar to penetrate the thick layers of clouds of sulfur dioxide and began measuring the topography of the surface of the planet. Magellan accomplished this by measuring the time the radar signals took to reach the rocks and the soil and bounce back to the spacecraft as shown in Figure 3. The spacecraft is an automated robot, without TV cameras. It is controlled from the Jet Propulsion Laboratory, in Pasadena, California.

The spacecraft has a large parabolic high gain antenna that allows it to communicate with the earth stations in each orbit around the planet. It has two panels with photovoltaic cells that provide it with electrical energy from sun light. Most of the instruments are covered with highly reflective material to protect them from the Sun's heat.

In each orbit, the radar measures a band of 26 kilometers in width as shown in Figure 3. In this way it mapped 95 % of the planet's surface in 243 days. This period of time is equal to one Venusian day.

The spacecraft is in an elliptic orbit with a closest approach of 294 kilometers and a most distant point of 8472 kilometers. There are plans to use the atmosphere of Venus to cause drag, aerobrake, and bring it down to a circular orbit of 700 kilometers in altitude. This orbital procedure will be carried out during the month of August 1993.

After completing 1680 orbits the data has been digitized and sent to earth after each Venusian orbit to be processed by supercomputers at the image processing laboratory of JPL. Now in a combined manner these data give us pictures never before seen by human beings. Some of those images are presented in this article. The images suggest that Venus is covered mostly, 85 %, with volcanic rocks and may possibly have two or more tectonic plates. Studies of the number of craters as well as studies of the shapes of the craters reveal that the surface of Venus is 400 million years old.

It is entirely possible that some of the volcanoes may still be active. There is some evidence of fluctuations in sulfur concentration in the atmosphere, which is indicative of a volcanic eruption. The type of volcano expected for Venus is very explosive, possibly up to 10 times more explosive than the most explosive volcanoes on earth such as the Krakatoa in Java, Indonesia in 1883.

Figure 4 shows Maat Mons, named after the Egyptian Goddess of truth, with an altitude of 8 kilometers above the mean elevation of the planet. This is a Hawaiian-type volcano built with overlapping lava flows that slowly flowed down the slopes. This computer generated image has a point of view located at 645.2 kilometers north of Maat Mons at an elevation of 3 kilometers. The lava flows in the foreground extend to more than 160 kilometers. The color approximates what the human eye would see during the day time.

It took more than 10 orbits to produce the data for this image by the JPL Digital Image Animation Laboratory and Multimission Image Processing Laboratory.

The volcanic rocks have cooled down, but the surface remains very hot, about 490 °C due to the fact that there is a greenhouse effect. The Sun's rays penetrate the clouds, but their energy is trapped in the atmosphere causing the global rise in temperature,

Figure 5 shows, in the forefront of the image, the volcano Sapas Mons. This volcano has an altitude of 1.5 kilometers and extends to a width of 400 kilometers. In the background we see Maat Mons which was described in Figure 4. The color is very close to what would be seen by the human eye at the surface of Venus during daytime conditions.

Magellan thus revealed for the first time that the surface of Venus is dominated by volcanic processes. The surface shows many volcanic domes, rift valleys, extensive plains and many complicated faults. The plains are mostly formed by lava flows. About 85 % of the surface is covered by volcanic rocks. The remaining surface area is covered with mountains that show that they have been changed repeatedly by many geological processes.

Volcanic activity on Venus has produced very interesting surface features such as those shown in Figure 6. The image shows seven dome-like hills with a height of 750 meters and a diameter of 25 kilometers. These are thick lava flows that emerged originally from the ground level. It has been observed that there are hundreds of these domes all over the surface of Venus. Underground molten rock made its way to the surface. The cut features across the domes indicate that there were geological processes that took place after lava consolidated indicating in this way different periods of geological activity on Venus. The domes represent the result of a mechanism to release heat from its interior. The heat is produced by radioactivity inside Venus.

Figure 7 shows, on the left, the volcano Gula Mons with an altitude of 3 kilometers, the perspective view point is of 7.5 kilometers of elevation. Lava extends on the surface for hundreds of kilometers. In the foreground on the right we see the volcano Sif Mons with an altitude of 2 kilometers and an extension of 300 kilometers. The distance between the two volcanoes is approximately 730 kilometers.

Many volcanoes on Venus are of the explosive type, with an energy release of up to 10 times greater than the most explosive volcanoes on Earth with rare eruptions, which take place on Earth once every few hundred years.

To get a global view of Venus, the Image Processing Laboratory at JPL put together the images as projected and mapped on a hemisphere and obtained the image shown in Figure 8. The image shows the rough surface of Venus formed by plumes of rising volcanic rocks, mountains, valleys and plains. There are lava rivers that extend hundreds of kilometers. The bright band near the equator is volcanic terrain, formed lava flows, of the size of Argentina. This feature may be similar to the Mid-Atlantic ridge on earth where two plates meet and new rock is being constantly formed. One major difference between the Venus and the Earth is that due to the fact that the surface of Venus is so hot, the rock softens and as the plates push each other the rocks deform and adjust to the stresses forming low altitude hills and mountains, on the Earth the fact that the surface temperature is much lower means that the rocks are much harder and so there is less adjustment to the stresses as the plates push each other and high altitude mountain ranges were formed.

The main mechanism for release of the heat produced inside the earth is the motion of tectonic plates being pushed by the rising hot rocks. In Venus the main mechanism for release of heat is volcanism. It is said that geologically Venus is at the stage where the Earth was 3.5 billion years ago. Tectonic plates are now beginning to form on Venus. Its atmosphere, however, may be more like what the future will be like for the Earth.

WHAT IS THE ATMOSPHERE OF VENUS LIKE?

The atmosphere of Venus is mostly Carbon Dioxide. There are other gases such as many sulfur compounds, namely sulfur dioxide, also small amounts of water vapor. The atmospheric pressure at the surface is 90 times greater than the surface atmospheric pressure on Earth. That is to say that the atmospheric pressure on the surface of Venus is like the pressure at about 1000 meters deep in the ocean. This condition together with the high surface temperatures, almost 500 degrees centigrade, make Venus an inhospitable environment for any form of life.

Although it has not been verified yet, it is entirely possible that lead from the surface evaporates and when it reaches the cold upper atmosphere, its condenses so there may be rain drops and particles of lead falling on the surface. Also, microscopic dust particles floating in the atmosphere may serve as condensation nuclei and help the process of precipitation. Water vapor combines with sulfur in the atmosphere and the consequence is a rain of sulfuric acid. The same acid used in car batteries. This rain will cause erosion on the surface and on volcanic rocks.

VENUS, THE FUTURE THAT MAY AWAIT US ON EARTH IF WE DON'T CONTROL HUMAN POLLUTION OF THE ENVIRONMENT.

The acid rains, containing sulfuric acid, are already observed on Earth in regions such as Europe, particularly Germany, and also in the border between Canada and the United States. In Germany for example there are many forests that have been destroyed by acid rain. There are international agreements regarding control of atmospheric contamination. The problem is that there is an economic impact and the factories cannot be closed down because there are lots of people, families, that depend on those industries, so there is a need for a balance between economic progress and control of environmental pollution.

To look at the planet Venus using a spacecraft allows us to go into the future of the Earth and see what it may be like in the extreme of uncontrolled atmospheric pollution. Natural processes of volcanic outgassing and other mechanisms have led to a high concentration of Carbon Dioxide and this atmosphere has trapped the heat from Sun light producing a runaway greenhouse effect. This is the same effect as the one you observe in your car when you leave it under the Sun in a Summer day and the windows are closed. There is some evidence that for the Earth there is a correlation between the consumption of fossil fuels and the global warming of the atmosphere. This is being closely studied to distinguish it from natural climatic cycles.

If global warming were to take place with an increase of **5 to 10 degrees** centigrade over the average of atmospheric temperature, then there would be significant climatic changes. For example areas that today produce many of the agricultural products we consume in the cities, would be affected by droughts and possibly become deserts. There would be intense heat waves during the summers. In poor nations of Africa and Asia these climatic changes may lead to massive migrations across national borders creating environmental refugees. This would mean significant difficulties for the United Nations and economic stress for the host nations. This difficulty would be compounded by the fact that the planet's population will go from 5.2 billion to 15 billion 80 to 100 years from now. We have only seen a similar problem in the small scale taking place in Africa, where in addition to environmental problems of drought there has been the problem of civil wars as is the case of Ethiopia and Somalia.

In a short period of time, a few hundred years, compared to geological time, human beings may create what took nature millions of years to produce in Venus. Pollution in one region of the Earth may affect the climate of another **region on the** other side of the planet. Geographical distances will no longer mean distancing from the problem of environmental pollution.

Space is a laboratory which through the use of spacecraft reveals to us the answers to many environmental questions and tells us what the Earth may evolve into under certain conditions. To look at Venus with its temperature of nearly 500 degrees centigrade at the surface, possible lead and acid rains, and its thick mantle of clouds it is like looking through a window into the future of the Earth, if we do not take charge of our environmental problems and its relation with **our need** for economic progress.

Nature has its own laws, the laws of physics, which will lead to an environmental scenario affected by our input into the system. We as a civilization, have two choices to leave as heritage for our descendants, the oven-like world of Venus or a livable pleasant blue planet. The magnitude of our input is such that the future of the planet no longer depends on simply natural forces alone, but on what we decide today. The great human challenge of the next century will be to reconcile economic progress, meeting basic human needs, and the protection of the environment. The solution may be in sound policies of management of natural resources as well as the opportunity for private companies to make profit in technologies that meet both constraints, such as the electric car.

PLEASE NOTE: If approved by JPL, this article will appear on
(in Argentina)
“La Nation” a newspaper, which is the equivalent of
the New York Times in the U.S.

Thank You

Miguel A. Moreno Ph.D.



Figure 1.

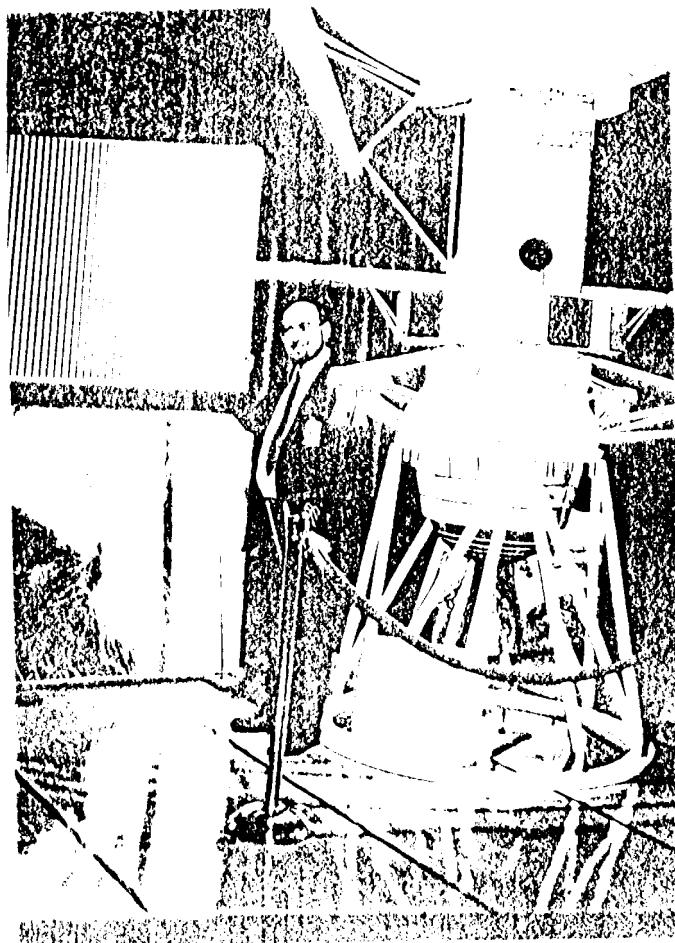


Figura 2.

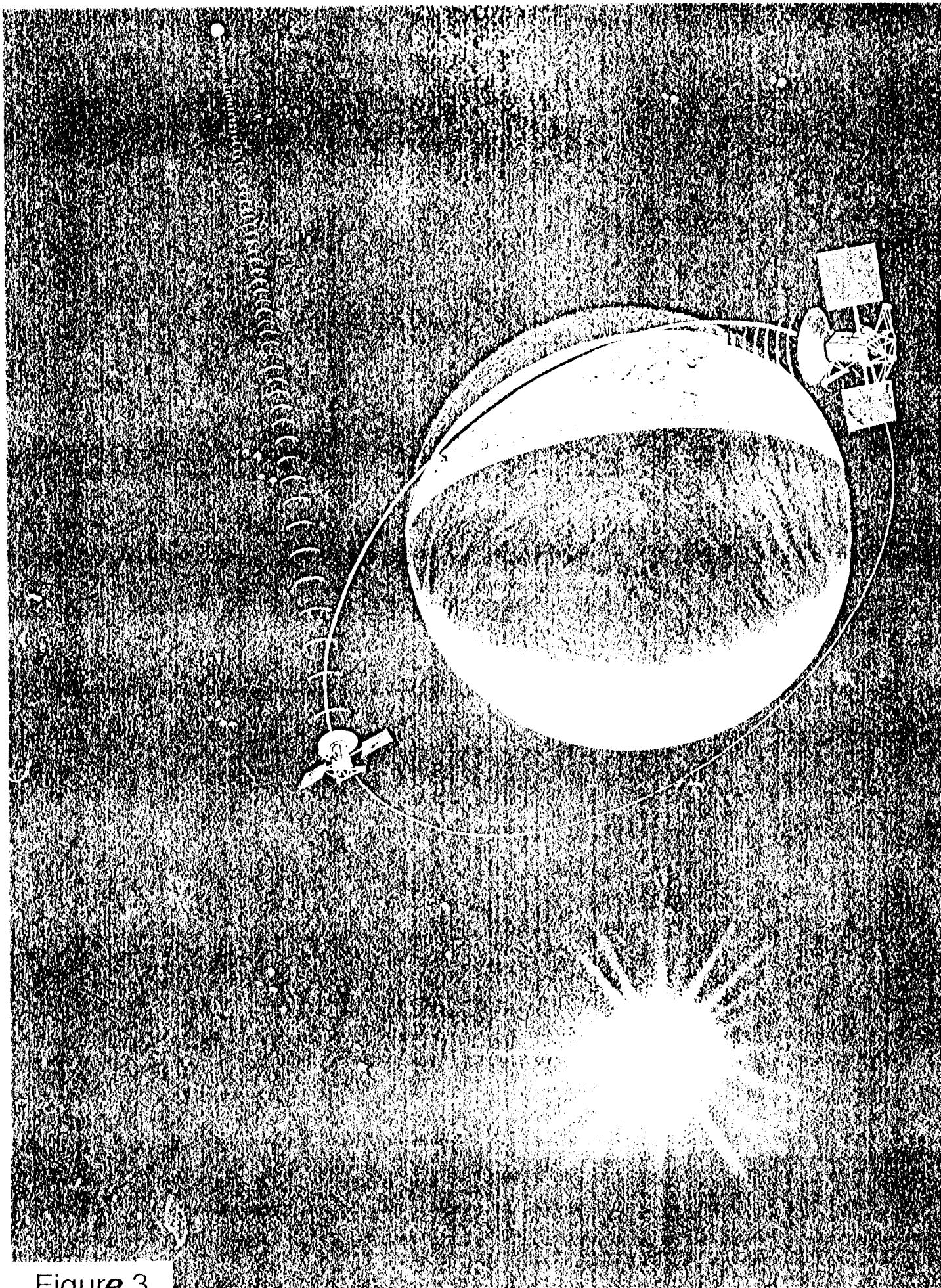


Figure 3.

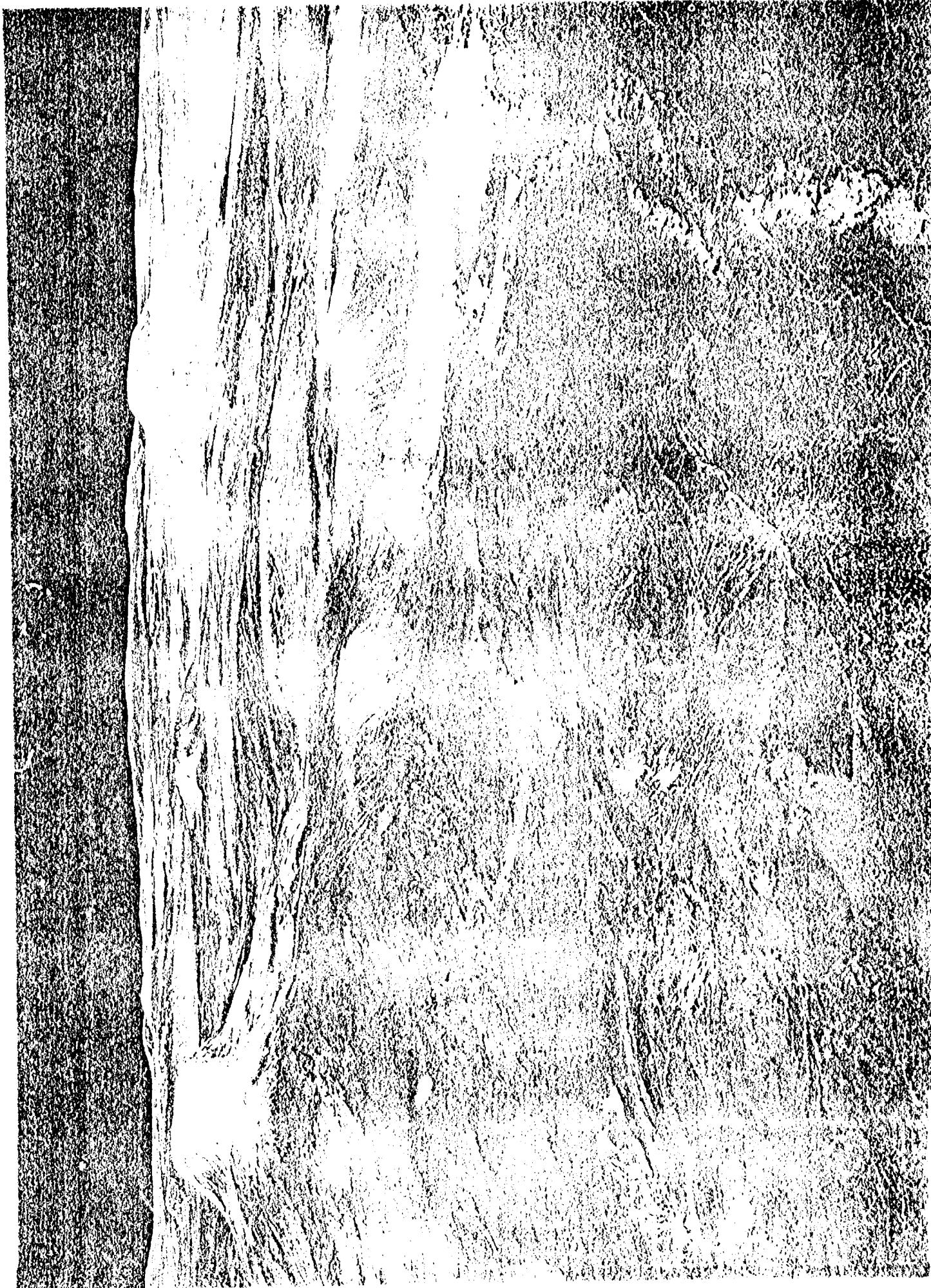




Figure 5



Figure 6.





VENUS: SORPRENDENTES REVELACIONES DE LA ZONDA ESPACIAL MAGALLANES

Miguel A. Moreno Ph.D.
Investigator Científico Afiliado, Jet Propulsion Laboratory,
California Institute of Technology, Pasadena, California.

El lucero del alba, el mismo que ilumina los rocos de las pampas Argentina y que inspiro' a Jose Hernandez cuando escribía el Martín Fierro siempre fue un misterio. El gran manto de nubes no permitía a los más grandes telescopios de la Tierra ni a las sondas espaciales que 10 observaban ver que había debajo de esas espesas nubes, de ese manto gris. Como 10 muestra la Figura 1. Que hay debajo de esas nubes, que clase de mundo es ese?. Esta geológicamente activa?. Como se compara con la Tierra y los otros planetas?. Nos ayudaría el estudio del planeta Venus a comprender que es 10 que nos espera en el futuro en la Tierra?.

Finalmente y para contestar muchas de estas preguntas, el lucero de la mañana, el planeta Venus, fue visitado por una sonda espacial a un costo de más de 500 millones de dólares. Esta sonda descripta en la Figura 2, construida por la NASA con la participación de empresas aeroespaciales privadas como Martin Marietta y Hughes que contribuyeron a construir la nave y su radar especial. El visitante es nada menos que Magallanes, nombrado así en honor del explorador español quien concluyó siglos de misterios y especulaciones sobre el Oeste y si realmente había un pasaje al lejano Oriente a través de las Américas.

La sonda espacial fue transportada por medio de Transbordador Espacial a una órbita terrestre y desde allí se separó con su cohete Atlas Centauro el que fue activado a una distancia de 30 kilómetros por control remoto como medida de protección de los astronautas.

El cohete envió su carga, la zonda Magallanes, hacia Venus el dia 4 de mayo de 1989. Llegó a Venus el 10 de agosto de 1990 y comenzó a utilizar su poderoso radar para penetrar las espesas capas de más de 50 kilómetros de nubes de sulfuro que siempre cubren el planeta y a medir la topografía de la superficie, obteniendo datos de altimetría al determinar el tiempo de duración de las ondas de radar en el eco que producen al ser reflejadas por las rocas y los suelos del planeta, como 10 describe la Figura 3. La nave Magallanes es un robot automático, sin cámaras, controlado desde el centro espacial Jet Propulsion Laboratory de Pasadena, California.

La zonda espacial tiene una antena de alta capacidad amplificadora que le permite comunicarse con la Tierra en cada órbita alrededor del planeta. Tiene dos paneles solares con células fotovoltaicas que le proveen energía eléctrica producida por la luz del sol. La mayoría de los instrumentos están cubiertos de material reflectivo para evitar el calentamiento por la proximidad al sol.

En cada órbita, el radar de apertura sintética mide una franja de 26 kilómetros de ancho como 10 muestra la Figura 3. En cada órbita que dura tres horas y quince minutos, el radar va tomando una sola franja y completa la medición de 95 % de la superficie del planeta en 243 alias, este período es igual a un día de Venus.

La zonda automática está en una órbita elíptica con un acercamiento máximo de 294 kilómetros y con un máximo alejamiento de 8472 kilómetros del planeta. Despues de completar 1680 órbitas los datos se han digitalizado y procesado por las supercomputadoras de NASA. Ahora en forma conjunta esos datos nos dan imágenes nunca antes vistas por el ser humano. Algunas de estas imágenes son presentadas en este artículo. Estas imágenes muestran que Venus está cubierto en un 85 % con rocas volcánicas y lavas. Tiene posiblemente dos placas tectónicas, comparado con la Tierra que posee doce. Estudios del número de crateres, como así tambien estudios de la forma de los crateres revelan que la superficie de Venus tiene una edad de 400 millones de años.

Es muy probable que algunos de los volcanes estén todavía activos. Hay evidencia de variaciones de la concentración de sulfuro en la atmósfera, lo cual es un indicador de una erupción volcánica. El tipo de volcán que se espera para Venus es altamente explosivo, posiblemente hasta 10 veces más explosivo que los volcánicos más violentos de la Tierra, como fue el volcán Krakatoa en Java, Indonesia en 1883.

La Figura 4 muestra el cerro Maat, nombrado así por convención, con el mismo nombre antiguo de la diosa egípcia de la verdad y de la justicia. Este monte es un volcán ubicado en el ecuador del planeta. Tiene una altura de 8000 (echo mil) metros sobre la altitud promedio del planeta. Este es un tipo de volcán similar a los volcanes de Hawaii construido con capas de lava superpuestas que fluyen lentamente hacia la ladera de la montaña. Esta es una vista desde una distancia de 645 kilómetros y desde una altura de 3,000 (tres mil) metros sobre la planicie. La imagen muestra que la lava se ha extendido hasta 160 kilómetros desde el cerro. El color de la imagen se aproxima a 10 que un ser humano podría ver si estuviese en ellugar.

Requiere más de diez órbitas para producir los datos necesarios para reconstruir esta imagen en el Laboratorio de Animación Digital y en el Laboratorio de Procesamiento de Imágenes de Misiones Multiples del Jet Propulsion laboratory.

Si bien las rotas volcánicas se han enfriado, no obstante la temperatura es elevada, 500°C, quinientos grados centígrados, debido a que la atmósfera permanece caliente por el efecto invernadero. Los rayos del sol que penetran las nubes son atrapados y causan el aumento global de la temperatura en el planeta.

La Figura 5 muestra al cerro del volcán denominado Sapas Mons, nombre de una diosa fenicia. Este cerro tiene 400 (cuatrocientos) kilómetros de ancho y una altura media de 4.5 kilómetros. Esta tambien ubicado sobre el ecuador del planeta. A la distancia se observa el cerro Maat descripto en la Figura 4. El color representa con alta precision 10 que vería un ser humano si estuviese en el lugar con la luz del dia.

De esta manera la zonda espacial Magallanes reveló por primera vez que la superficie del planeta Venus esta controlada por procesos volcánicos. La superficie muestra gran cantidad de bóvedas volcánicas, valles, planicies y complejas fisuras de la corteza. Las planicies estan formadas principalmente por flujos de lavas. Aproximadamente el 85 % de la superficie esta cubierta por rotas volcánicas. El resto esta cubierto de montañas y lomas que han sido modificados repetidas veces por procesos geológicos.

La actividad volcánica en venus ha producido características muy interesantes desde el punto de vista geológico, tales como las características de bongos o bóvedas volcánicas que se presentan en la Figura 6. Estas bóvedas volcánicas resultan de las erupciones lentas del tipo de erupción de Mauna Loa de Hawaii que han formado depósitos de lava y rotas volcánicas en forma circular y a medida que el stress interno se ha ido desplazando asi tambien se han ido desplazando las erupciones. Las líneas y marcas que atraviesan estas bóvedas y que se formaron después de que la lava se solidificó, indican que han habido procesos geológicos más recientes es decir después de la erupción volcánica representando un nuevo período de actividad. Las bóvedas volcánicas representan el resultado de un mecanismo de liberación de calor interno del planeta. Calor que es producido por elementos radioactivos en el interior del planeta.

La Figura 7 muestra, sobre el lado izquierdo, el volcán Gula Mons con una altitud de 7.5 kilómetros. La lava se extiende sobre la ladera por una distancia de cientos de kilómetros. En el frente de la imagen, al lado derecho, vemos al volcán Sif Mons con una altitud de 2 kilómetros y una extensión de 300 kilómetros. La distancia entre los dos volcanes es de 730 kilómetros.

Gran cantidad de volcanes en Venus son de tipo altamente explosivo como el de Krakatoa en el Pacífico en 1983 con presiones de exceso en el orden de 500 veces mayor que la presión atmosférica de la Tierra.

Para obtener una imagen global de Venus, el Laboratorio de Procesamiento de Imageries de JPL reconstruye una imagen proyectada sobre un hemisferio, el resultado es la Figura 8. Esta imagen muestra una superficie rugosa formada por rotas volcánicas en ascension con montañas, valles y planicies. Hay ríos de lava ya consolidada que se extienden por cientos de kilómetros. La banda que más brilla sobre el ecuador es terreno volcánico con una superficie del tamaño del territorio de la República Argentina.

Esta característica es similar a la fisura que existe aquí en la Tierra en el fondo del Océano Atlántico donde chocan dos placas tectónicas y se están formando nuevas rotas y constantemente emergiendo a la superficie. Una gran diferencia entre Venus y la Tierra es que debido a las altas temperaturas de la superficie, 500 grados centígrados, las rotas son blandas y al chocar las placas tectónicas hay procesos de deformación y acomodación al stress mecánico y por consecuencia solo se forman lomas y cerros de baja altura. En la Tierra la baja temperatura relativa de la superficie hace que las rotas sean más duras, con menos adaptación mecánica. Al chocar las placas tectónicas se forman cadenas de montañas de mayor altitud, como es el caso de la Cordillera de Los Andes.

El mecanismo principal para la liberación de calor producido en el interior de la Tierra por la radioactividad y por la fuerza gravitational es el transport de las placas tectónicas. Las placas chocan y la energía aparece en la forma de temblores. En el planeta Venus el mecanismo principal para la liberación de calor interno es la actividad volcánica. Las placas tectónicas recien comienzan a formarse en Venus. Geológicamente, Venus esta en la misma época que estaba la Tierra hacen 3500 millones de años. La atmósfera sin embargo es más bien como seria la atmósfera de la Tierra en el future.

COMO ES LA ATMOSFERA DE VENUS?.

La atmósfera de Venus esta compuesta principalmente de dioxido de carbono las nubes estan compuestas de sulfuro, como es el dioxido de sulfuro S0₂ con una presión 90 veces mayor que la presión atmosférica en la Tierra. Es decir que la presión atmosférica en la superficie de Venus es como la presión a una profundidad de 1000 metros en los oceanos aqui en la Tierra, esta condición junto con el hecho que la temperature atmosférica es del orden de los 500 grades centigrados hacen de este un planeta hostíl al ser humano y a cualquier forma de viola.

A pesar de que no ha sido confirmado todavía, se estima que si hay plomo, este se evapora de la superficie y luego se condensa y congela en las partes más altas de la atmósfera y llueve sobre la superficie. El polvo microscópico que cae del espacio junto con el polvo microscópico propio de la atmósfera de Venus sirve de nucleos de condensación y facilita la precipitacion. Es así que el vapor de agua se combina con los compuestos de sulfuro y se forma el ácido sulfúrico similar al usado en las baterías de los autos et cual llueve sobre la superficie del planeta causando erosión de los suelos y de las rotas volcánicas.

VENUS ES EL FUTURO QUE NOS ESPERA EN LA TIERRA SI NO SE CONTROLA LA CONTAMINATION HUMANA.

Las lluvias de ácidos tales como el sulfúrico ya se observan tambien en la Tierra debido a la contaminación de la atmósfera por el dióxido de sulfuro debido a la contaminación industrial. Por ejemplo en Europa, especialmente Alemania. Tambien en la zona limitrofe entre el este de Estados Unidos y Canadá. En Alemania, hay bosques que han sido destruidos por la lluvia del ácido. Ahora hay acuerdos internacionales que tratan de establecer control de la contaminación atmosférica. El problema básico es que hay un impacto económico y las fábricas no se pueden cerrar facilmente o disminuir su producción en forma drástica ya que esto afecta a miles de familias que dependen de esas industrias. De esta forma se entiende que hay una necesidad de equilibrar el desarrollo económico y el control de la contaminación ambiental.

Observar a Venus con una nave espacial es como ver el futuro de la Tierra si no se controla la contaminación y se protege el ambiente ahora. Venus ha sufrido el efecto invernadero en su transcurso descontrolado y natural. El proceso es similar al que ocurre cuando usted deja su automóvil al sol en un día de verano y cuando vuelve la alta temperatura es intolerable debido a que la radiación en infrarrojo ha sido atrapada por la cabina. Este mismo proceso ha ocurrido a nivel planetaria, global, en Venus alcanzando temperaturas de 500 grados centígrados. Aquí en la Tierra ya se nota una correlación de un pequeño aumento global de la temperatura debido al efecto invernadero causado por la contaminación con el uso de los combustibles fósiles. El dióxido de carbono, el monóxido de carbono y la destrucción de los bosques en las zonas tropicales llevarán al planeta a un calentamiento global progresivo y a un efecto invernadero en un período de varias cientos de años.

En un tiempo muy breve (300 años) en comparación con la edad geológica de la Tierra (4500 millones de años), el ser humano puede transformar el clima del planeta y convertirlo a este en un desierto con insopportable calor e inhabitable. La consecuencia del calentamiento global del planeta por apenas 5 a 10 grades sobre el promedio global llevaŕan a que las zonas de agricultural se conviertan en desiertos con impactos que solo hemos visto en pequeña escala en Africa debido a las guerras y sequías como es el caso de Etiopia y Somalia. La contaminación de la atmósfera en un lugar de la Tierra puede afectar drasticamente las condiciones de vida en el lugar opuesto del planeta. Las distancias ya no significaran alejamiento. Se producirán migraciones masivas e invasions de millones de personas escapandose de los desastres naturales. Esto sumado al hecho de que los recursos de agricultural y de alimentación estaran ya en escasez debido a que la población del planeta pasara de 5,200 millones ahora a 15,000 millones en 80 a 100 años.

El espacio es un laboratorio natural que nos revela a través de las zonas espaciales 10 que puede ocurrir con la Tierra en el futuro si no hay conciencia social sobre el ambiente, proyección política de esa conciencia y control de la contaminación. Mirar a Venus, sus 500 grades centigrados en la superficie, sus lluvias de plomo y de acido sulfúrico nos hate apreciar al planeta azul y ver en esa ventana espacial, ese tunel del tiempo hacia el future, las consecuencias, a 10 que puede llegar el efecto del comportamiento humane. Tenemos la capacidad de seguir contaminando como 10 estamos haciendo hasta ahora y convertir a la Tierra en un horno inhabitable o en un planeta con temperature moderada y protegido, la decisión ya no esta determinada por las fuerzas geológicas y climáticas, la decisión ahora depende de nosotros.

La naturaleza tiene sus reglas fijas de juego, las leyes de la física, el resultado ahora depende de la carta que juguemos nosotros. Hay dos resultados posibles, uno es la extinción del planeta al lograr una copia de Venus, el otro es la supervivencia a través de la protección del ambiente y el control equilibrado de la relación entre la necesidad de progreso económico para un standard básico de vida. La solución está en la buena administración de recursos, políticas con proyección de futuro y en que la empresa privada tenga ganancias en el trabajo y desarrollo de nuevas tecnologías compatibles con ambas restricciones, como será por ejemplo el automóvil eléctrico.



Figura 1.

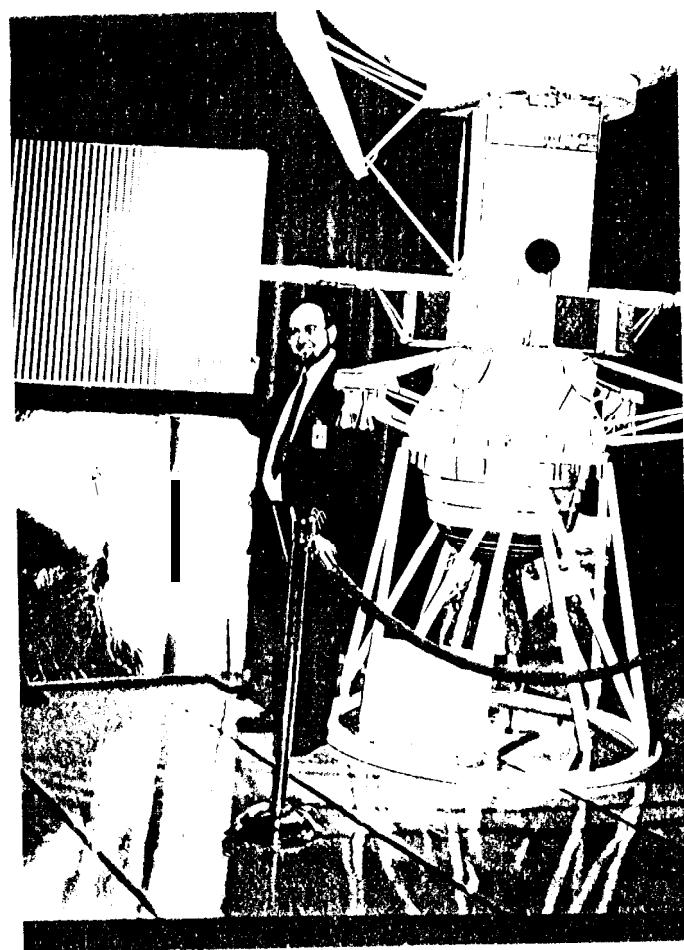


Figura 2.

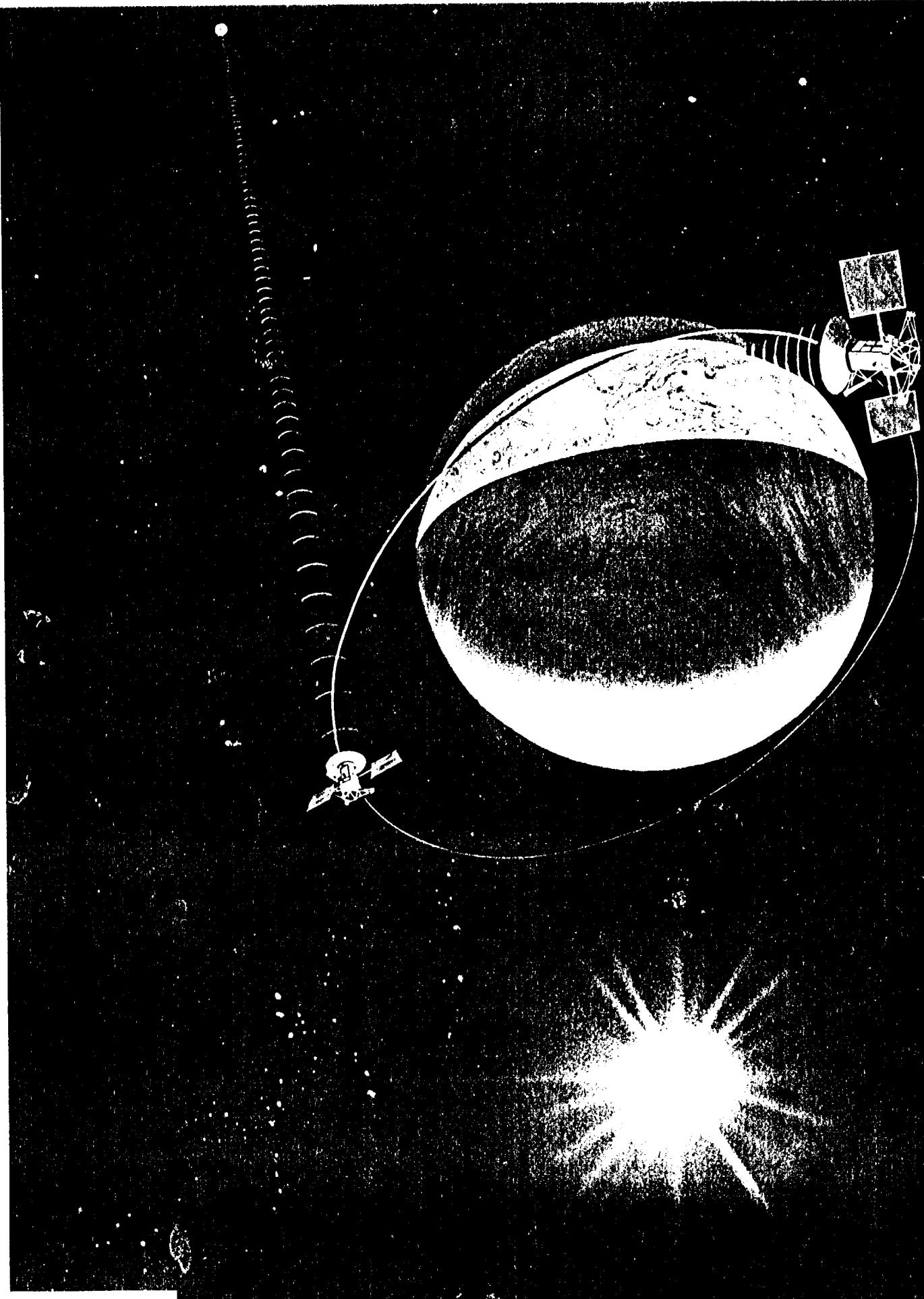


Figura 3.

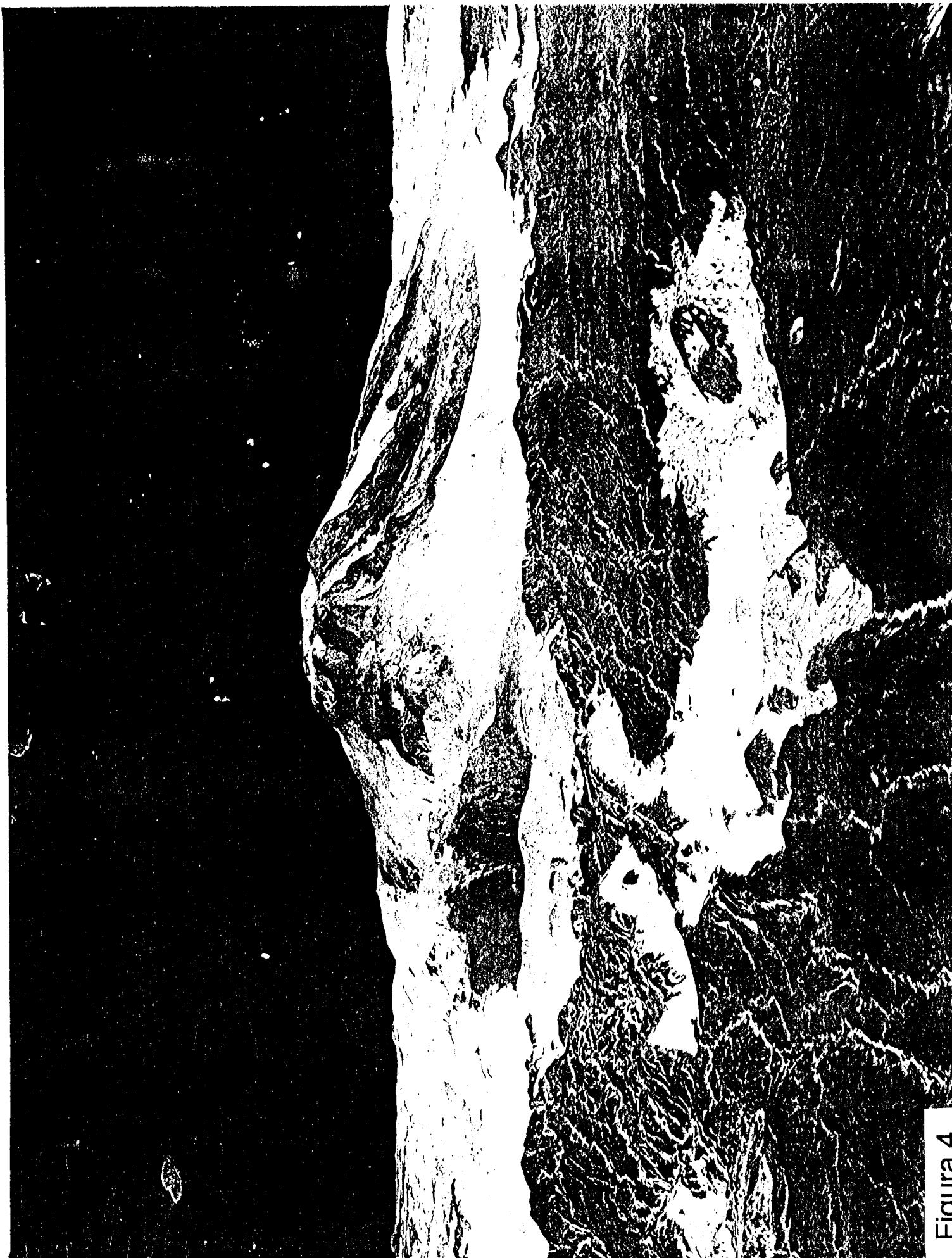


Figura 4

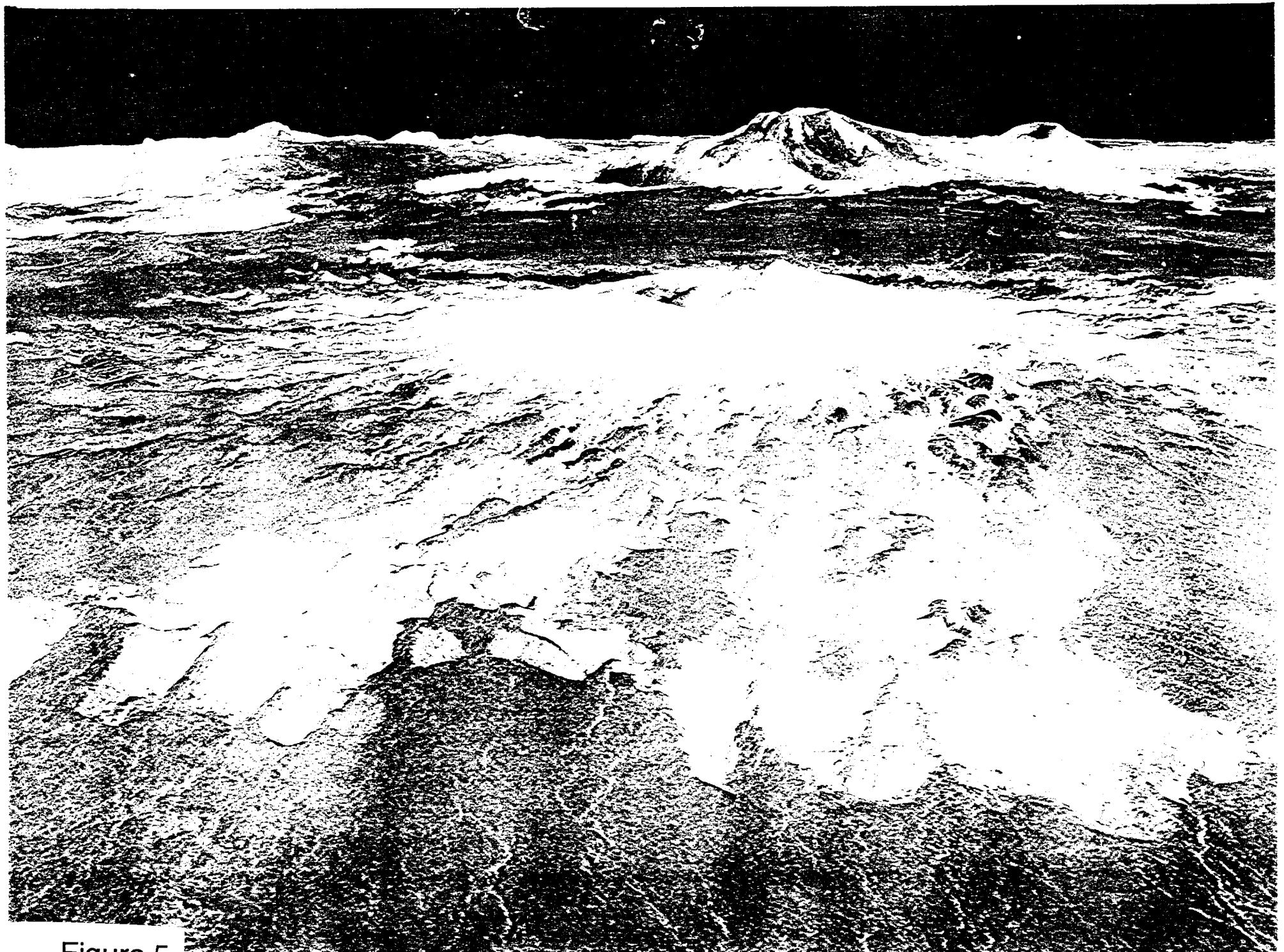


Figura 5

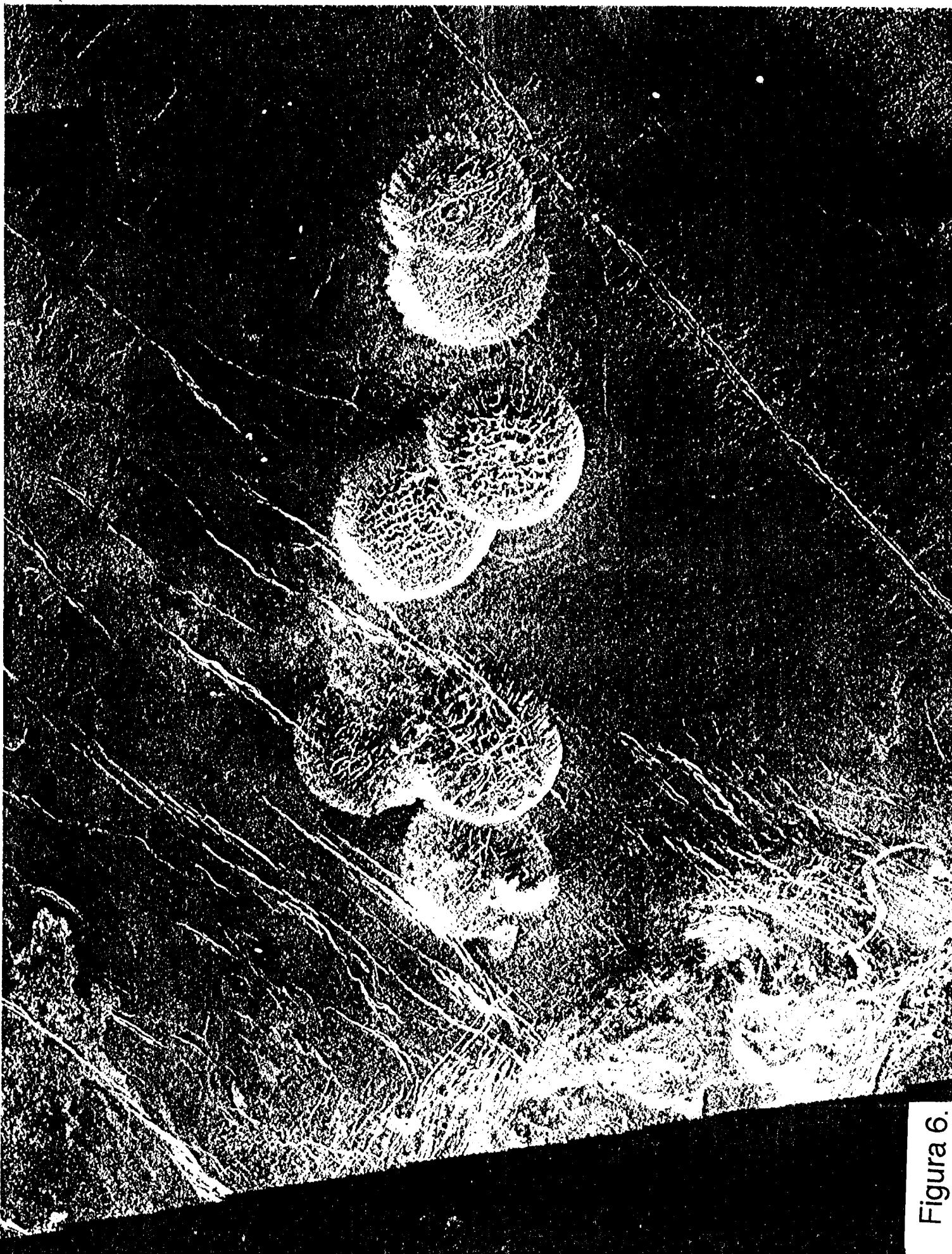


Figura 6.



Figura 7.

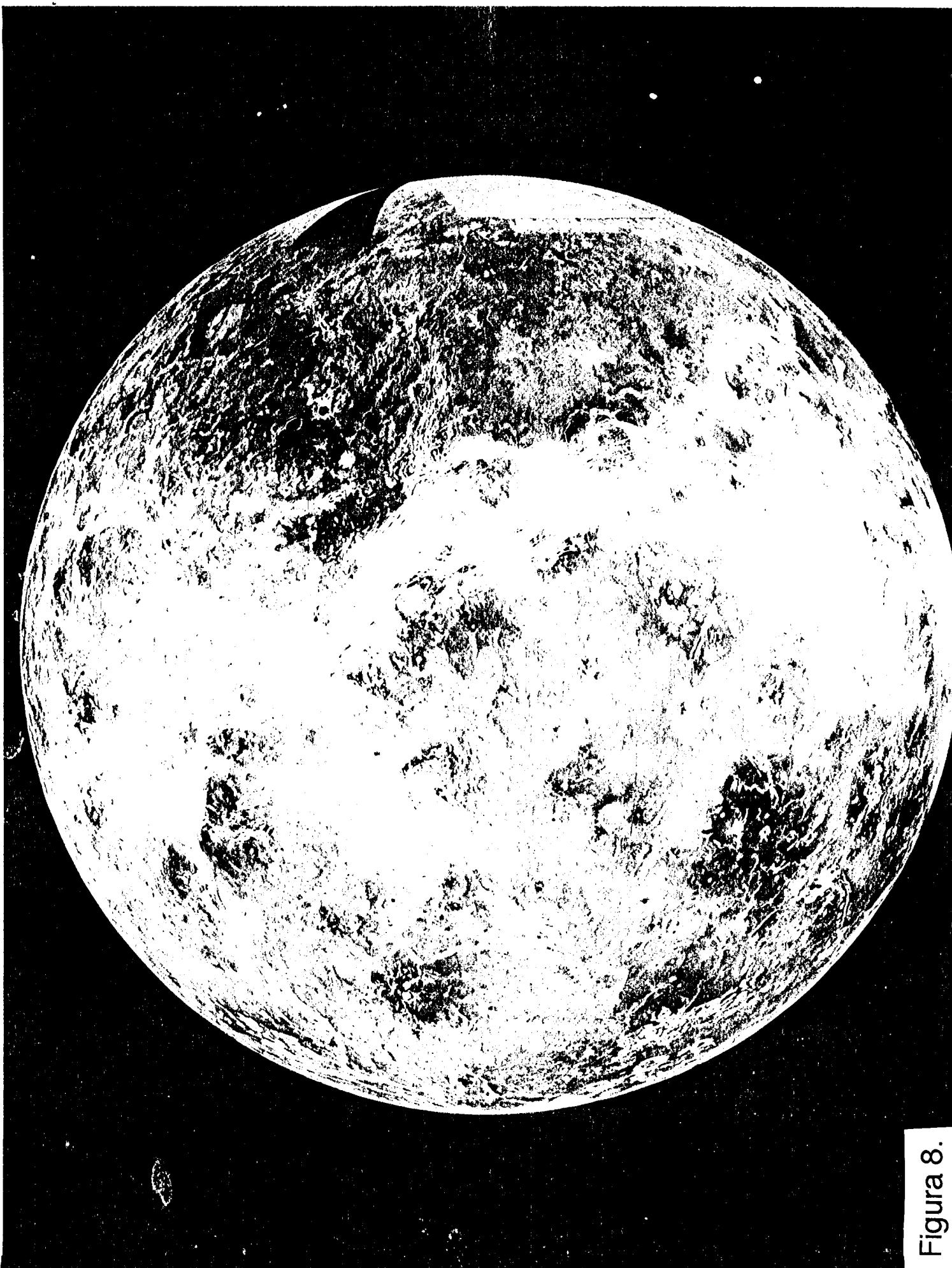


Figura 8.